

10.Крутий Л.М., Голтвянский Н.А., Пушков П.М., Безуглый В.Г. Отчет по госбюджетной научной работе за 1998-2000 гг. – Харьков: ХГАГХ, 2000. – 37 с.

11.Крутий Л.М., Голтвянский М.А., Безуглый В.Г., Долголев В.О. Декларационный патент UA№33822A. Электрокомпрессор. 2001. Бюл.№1.

12.Крутий Л.М., Мальцев В.И. Возможность применения оппозитных свободнопоршневых электрокомпрессоров // Тезисы XXVI науч.-техн. конф. Ч.2. – Харьков: ХИИГХ, 1994. – С.3.

13.Крутий Л.М., Голтвянский Н.А., Безуглый В.Г. Повышение работы двигателя ДК-408 // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.18. – К.: Техніка, 1999. – С.193-195.

14.Долголев В.А., Салюк А.А., Крутий Л.М., Голтвянский Н.А., Безуглый В.Г. Об установке на троллейбусах отечественного производства двухглавого роторно-поршневого компрессора // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.19. – К.: Техніка, 1999. – С.178-181.

15.Крутий Л.М., Голтвянский Н.А., Дибриный В.В. Перспектива применения роторно-поршневых электрокомпрессоров на троллейбусах // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.76. – К.: Техніка, 2007. – С.385-391.

Получено 10.09.2009

УДК 621.81

Д.Ю.ЗУБЕНКО, канд. техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ПРОГНОЗУЮЧОЇ МОДЕЛІ ОЦІНКИ РЕСУРСУ ТЯГОВИХ ПРИВОДІВ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ

Розглянуто причини і процес зносу тягових приводів електропоїздів. Визначено передумови та методи розрахунку деталей на міцність. Розроблена комплексна прогноуюча модель, за якою отримано залежності оцінки ресурсу тягових приводів.

Рассмотрены причины и процесс износа тяговых приводов электропоездов. Определены предпосылки и методы расчета деталей на прочность. Разработана комплексная прогнозирующая модель, по которой получены зависимости оценки ресурса тяговых приводов.

The causes and the process of deterioration of electric trains driving gears are examined. The prerequisites and methods of calculation of details firmness depletion are determined. The complex forecasting model, which provided dependence of resource of driving gears, is worked out.

Ключові слова: знос, тяговий привід, електропоїзд, прогноуюча модель.

Постійний процес старіння рухомого складу в Україні змушує шукати нові підходи та методи оцінки його технічного стану і подовження строку служби. У зв'язку з цим виникає актуальна задача забезпечення ефективними методами прогнозування технічного стану вузлів і деталей, що лімітують подальшу їх експлуатацію [1]. Цього можна досягти тільки шляхом застосування в технології обслуговування і ремонту сучасних наукових методів та автоматизованих засобів, які

дозволяють виявляти й попереджати відмовлення, підтримувати експлуатаційні показники в заданих межах, прогнозувати рівень технічного стану вузлів і деталей для подовження їхнього ресурсу [3, 6].

Останнім часом у вітчизняній і закордонній літературі з'явилося багато публікацій щодо розпізнавання технічного стану машин і механізмів за допомогою математичних моделей прогнозування. Опубліковано фундаментальні праці з теорії математичного прогнозування на базі статистичних даних, а також методичних питань і принципів побудови діагностичних вимірювальних систем [9, 5].

Метою даної статті є розробка комплексної моделі оцінки ресурсу на різних стадіях життєвого циклу тягового приводу електропоїзда.

На кафедрі "Електротранспорт" Харківської національної академії міського господарства сумісно з Українською державною академією залізничного транспорту проведені дослідження з прогнозування ресурсу, базою яких є розроблена комплексна модель оцінки ресурсу на різних стадіях життєвого циклу, тобто визначення зміни величини зносу δ , швидкості V та прискорення W й функції часу роботи і у періоди припрацювання (I), нормальної експлуатації (II), інтенсивного зносу (III) та подовження строку служби з використанням РВС-технологій (IV), геометричну інтерпретацію якої подано на рис.1.

Формалізацію оцінки зносу в період I запропоновано проводити, виходячи із залежності для пар тертя зі зворотно-поступальним ковзанням [2, 4, 7, 8].

Для цього випадку вираз для оцінки зносу матиме вигляд:

$$\delta_{np} = k \left(\frac{\sigma_H}{HB} \right)^{\alpha_1} \left(\frac{\chi}{h_m} \right)^{\alpha_2} \left(\frac{RT}{Q} \right)^{\alpha_3} \left(\frac{v_{100}}{v_T} \right)^{\alpha_4}, \quad (1)$$

σ_H – допустима контактна напруга; HB – площа фактичного дотику тіл; χ – наведений параметр шорсткості поверхонь; h_m – товщина мастильного шару; R – універсальна газова стала; T – температура поверхонь; Q – теплота адсорбції мастильного матеріалу; v_{100} , v_T – відповідно кінематична в'язкість мастила при 100°C і робочій температурі.

Для формалізації періоду II запропоновано (якщо умови роботи досить стабільні і швидкість зношування можна вважати постійною) термін служби нормальної експлуатації визначати як

$$T_p = \sigma_{\max} / \bar{V}, \quad (2)$$

де σ_{\max} – допустима величина зносу; \bar{V} – середня швидкість зношування.

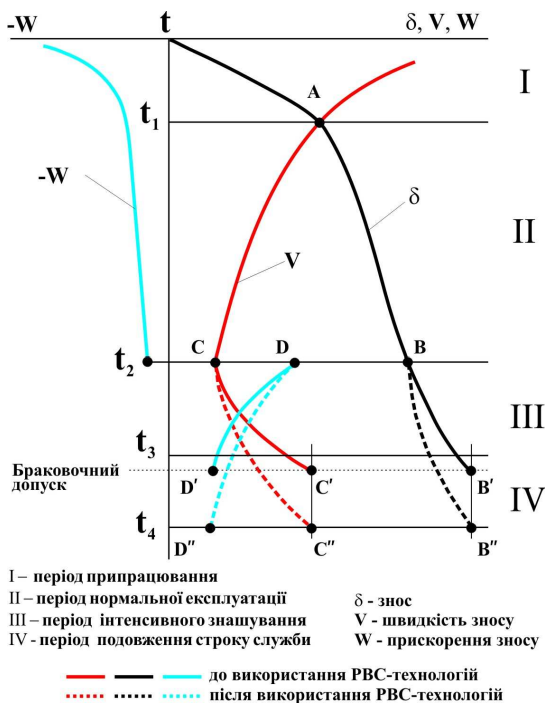


Рис.1 – Геометрична інтерпретація життєвого циклу тягових приводів електропоїздів

Для періоду III інтенсивного зносу прийнята аналітична залежність прирощування зносу

$$\Delta\delta = (\bar{\delta} - h)e^{\left(\frac{t+t_2}{A}\right)} + h, \quad (3)$$

де $\bar{\delta}$ – середній знос робочої поверхні; h – коефіцієнт зсування кривої відповідно до початку координат; A – коефіцієнт довговічності, який визначає форму прогнозуючої кривої. Для цього періоду – це експонента.

Період подовження строку служби IV враховує, що на знос робочої поверхні значний вплив здійснюють фактори питомих витрат на утримання й ремонт та питомі витрати електроенергії в експлуатації $q = f(q', q'')$. Тому для цього періоду запропонована залежність

$$\delta_n = \left[A \cdot \ln \left(\frac{T_p + h}{h + T_{B.d} + T_{H.d} \cdot \tau} \right) \right] q, \quad (4)$$

де $T_{B.d}$, $T_{H.d}$ – відповідно верхній і нижній терміни допустимої експлуатації; τ – поправочний коефіцієнт.

На базі цих залежностей було виконано обробку статистичних даних по зносу робочих поверхонь зубчастих коліс тягових приводів електропоїздів і отримано прогноуючі залежності. Так, для тягового приводу електропоїзда метрополітену отримано [10, 11]:

$$\delta = 0,13 e^{\left(\frac{t+300}{803,5} \right)} - 0,05; \quad (5)$$

$$\delta_B = 0,173 \cdot e^{\left(\frac{t+300}{803,5} \right)} - 0,05; \quad (6)$$

$$\delta_H = 0,087 e^{\left(\frac{t+300}{803,5} \right)} - 0,05. \quad (7)$$

Графічна залежність зносу зубів шестерень тягових приводів електропоїздів метрополітену наведена на рис.2.

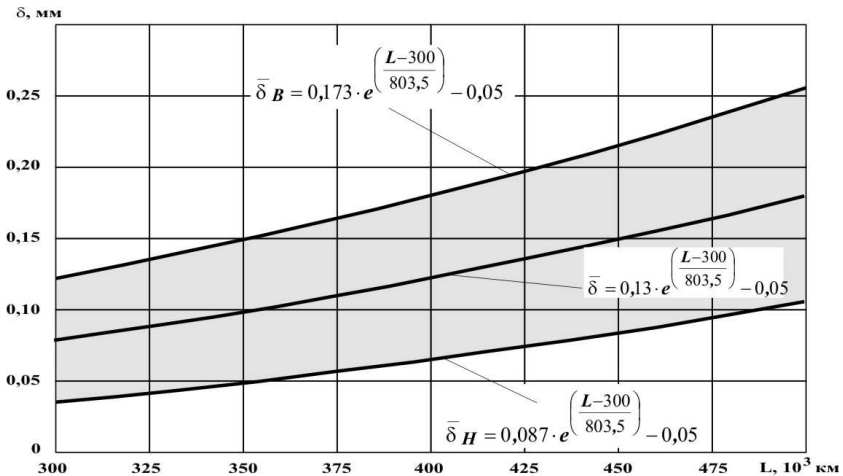


Рис. 2 – Залежність зносу зубів шестерень тягових передач електропоїздів

Таким чином, запропоновано математичну модель, яка враховує чотири стадії життєвого циклу протікання зносу (приробітку, періодів нормальної експлуатації і граничного стану, а також періоду подов-

ження терміну служби). В IV періоді визначено вплив витрат на ремонт, електроенергію й масло, що дозволяє отримати залежності прогнозування ресурсу тягових передач електропоїздів як у рядовій експлуатації, так і із застосуванням нових технологій.

1. Балабанов В.И. Повышение долговечности двигателей внутреннего сгорания сельскохозяйственной техники реализацией избирательного переноса при трении. – М.: Моск. агроинженерный ун-т им. В.П.Горячина, 1999. – 305 с.

2. Гаврилюк М.Р., Чукмарев А.С., Васильков О.А. Повышение эффективности смазочных материалов // Эффект безызносности и триботехнологии. – 1994. – №1. – С.40-42.

3. Джост П. Трибология – истоки и перспективы (доклад). Мировые достижения в области трибологии // Трение и износ. – 1996. – Т.7. №4. – С.593-603.

4. Дякин С.И. Опыт повышения надежности и ресурса узлов трения с использованием металлоплакирующих смазочных материалов // Эффект безызносности и триботехнологии. – 1994. – № 3-4. – С.3-9.

5. Ефимов А.Б., Дроздов Ю.Н., Наумова Н.М. Математическое моделирование контактного взаимодействия в цилиндрической опоре скольжения // Трение и износ. – 1988. – Т.9. №2. – С.223-230.

6. Зайцев В.О. Удосконалення технології контролю та діагностування гільз циліндрів тепловозних дизелів: Дис. ... канд. техн. наук. – Харків, 2001. – 156 с.

7. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. – М.: Высш. шк., 1991. – 319 с.

8. Некрасов С.С., Стрельцов В.В. Применение масел с металлоплакирующими присадками в карбюраторных двигателях // Эффект безызносности и триботехнологии. – 1997. – № 2. – С.66-71.

9. Поляков А.А. Трение на основе самоорганизации // Эффект безызносности и триботехнологии. – 1996. – №3-4. – С.47-122.

10. Цыпкин В.И., Стрельцов В.В. Исследование свойств сверхтонких порошков металлов, добавляемых в смазочные масла для реализации эффекта избирательного переноса при трении // Эффект безызносности и триботехнологии. – 1994. – №3-4. – С.39-47.

11. Erhöhung der Verschleißfestigkeit auf der Grundlage der selektiven Übertragung. Erarbeitet von einem Autorenkollektiv. VEB VERLAGTECHNIK BERLIN, 1981. – 191 s.

Отримано 24.04.2009

УДК 656.13

Ю.А.ДАВИДИЧ, д-р техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

М.В.КАЛЮЖНЫЙ

Донецкий институт автомобильного транспорта

СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ВРЕМЕНИ ПАССАЖИРОВ НА ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ПУТЕМ ВЫЯВЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ДЛИНЫ ПЕРЕГОНА

Приводятся результаты исследования по определению длины перегона, обеспечивающей минимальные затраты времени пассажиров на передвижение. Предложена регрессионная модель изменения длины перегона.